

LIMITANTES DE FERTILIDAD DE SUELO PARA LA PRODUCCION DE CARNE ECOLOGICA



José P. Zamalvide

Ing. Agr., Docente e Investigador
Facultad de Agronomía, Uruguay.

CONSIDERACIONES PREVIAS

En el Uruguay, la producción de carne vacuna tradicional, basada en la alimentación aportada por las pasturas del campo natural, muestra muy bajos índices productivos, así como de rentabilidad para el productor.

Algunas propuestas tecnológicas alternativas surgidas de los organismos de investigación agrícola, han demostrado la posibilidad de aumentos muy importantes en la producción de carne por hectárea para muchos suelos del país.

Estas propuestas suponen, para el caso de los predios agrícola-ganaderos, una rotación basada en cultivos agrícolas, verdeos, y praderas convencionales compuestas con especies gramíneas y leguminosas de alta producción y calidad. En el caso de los predios ganaderos, una propuesta es el mejoramiento del tapiz natural, mediante la introducción en cobertura de especies de buena productividad, en especial leguminosas.

Para la introducción de especies como las leguminosas, con mayores exigencias en nutrición mineral, es imprescindible mejorar las características del suelo desde el punto de vista del suministro de nutrientes. Esto es especialmente importante en cuanto al aporte de fósforo. Por esta razón existe una relación estrecha entre mejoramiento de pasturas y fertilización fosfatada.

Esta relación explica también el gran esfuerzo realizado en el país en investigación sobre fertilización de pasturas, especialmente en relación al manejo de la fertilización fosfatada.

Actualmente existe un mercado potencial de consumidores de carne "ecológica". Parece importante analizar qué grado de adaptación tienen las tecnologías mejoradas para la producción de carne, cuando se busca obtener este tipo de productos. En particular y dada la gran importancia que tiene el manejo de la fertilización para la obtención de pasturas de alto rendimiento y calidad, este tema parece merecer una consideración particular especial.

El objetivo de esta presentación es realizar un análisis de las posibilidades que, desde el punto de vista del manejo de la fertilización, tiene el país de lograr buenos niveles productivos de carne, con las restricciones que impone el mercado de productos "ecológicos".

Este análisis no supone ninguna valoración a priori de posibles ventajas de los productos "ecológicos" respecto a los tradicionales. Simplemente se considerará que si existe un mercado que demanda un producto de determinadas características, vale la pena analizar si es una alternativa que podría ofrecer buena rentabilidad para los productores que decidieran dedicarse a esto.

Debe también aclararse que en lo que se refieren a las fuentes de fertilizantes fosfatados autorizadas y prohibidas en las normas de producción ecológica, estas no resisten ningún análisis científico. Los eventuales efectos tóxicos en los alimentos, o de contaminación del medio ambiente que pudieran remotamente llegar a existir por un manejo irracional del P en los suelos, son independientes del cumplimiento de las normas de producción ecológica.

También parece importante reivindicar las características de la carne que tradicionalmente ha producido el Uruguay. Nuestras carnes "naturales" son comparables a las ecológicas desde el punto de vista de las eventuales ventajas que estas últimas pudieran tener, y seguramente son mejores a las de algunos de los países que tradicionalmente produjeron en una agricultura con altísimo uso de insumos, y que luego pasan a la producción ecológica.

En el Uruguay, las tecnologías de producción de carne recomendadas por los organismos de investigación y asistencia técnica implican un uso racional y bajo de insumos. Nuestra carne tradicional cumple con el título de este seminario cuando dice: "sana para el hombre y su medio ambiente"

En ese sentido puede decirse que **para el Uruguay** no es necesario aplicar normas ecológicas para obtener buenas características en la carne. En un enfoque general y estricto más allá de nuestro país, tampoco son suficientes para los objetivos planteados.

LIMITANTES RELACIONADAS A FERTILIDAD DE SUELOS EN LA PRODUCCION DE PASTURAS

La ganadería tradicional en nuestro país y fundamentalmente en la etapa de cría, supone que la alimentación del ganado se basa exclusivamente en las pasturas producidas por el campo natural. En los sistemas de pasturas naturales la can-

tidad de nutrientes disponibles para las plantas suministrados por los suelos, son un factor limitante fundamental. El suministro de nutrientes por el suelo está determinando en gran medida la cantidad y calidad del forraje producido.

Los nutrientes que aparecen como limitantes generalizadas para el crecimiento vegetal en casi todos los sitios, son el Nitrógeno y el Fósforo. Es posible que en situaciones especiales y luego de corregidas estas dos limitantes de fertilidad, aparezcan otras, tales como acidez de los suelos o deficiencias de azufre.

Como se dijo, para predios ganaderos en muchos casos, la mejora de producción implica la incorporación de leguminosas en las pasturas naturales. Si se logra una buena población de leguminosas, el sistema se hace poco dependiente del uso de fertilizantes nitrogenados. Sin embargo la presencia de leguminosas acentúa la necesidad de mantener buenos niveles de aporte de P.

El fósforo es una limitante de casi todos los sistemas naturales, que impide un mayor aprovechamiento del proceso de la fotosíntesis, y por lo tanto de obtención de mayores acumulaciones de biomasa. Un buen ejemplo de esto es el fenómeno de la "Eutroficación" de los lagos. Este fenómeno implica un desarrollo explosivo de las algas, ante un ingreso de P soluble a las aguas. También en este caso, en las aguas, los niveles naturales de P limitaban la biomasa.

En el caso de los suelos, son excepcionales los casos en que el suministro natural de P, sin fertilización, sea capaz de mantener un buen crecimiento comercial para la mayoría de los cultivos y pasturas. Uno de los casos excepcionales, a nivel mundial, de altos niveles de suministro natural de P, son algunos suelos de la Pampa Húmeda Argentina. En el Uruguay solo existen pequeñísimas áreas de estas características, como algunas zonas de Cololó y Valle Fuentes.

En países desarrollados es frecuente

encontrar suelos que poseen niveles muy altos de suministro de P. Esto es debido al efecto de la residualidad de fertilizaciones fosfatadas anteriores, usadas en dosis muy altas y frecuentes. En estos países, típicamente los de agricultura subsidiada, se encuentran suelos bajo producción de cultivos con más de 100 ppm de P asimilable. Para las situaciones de alto nivel de P es muy fácil entrar en la agricultura ecológica, en relación al aporte de dicho elemento, pues luego de varios años las pasturas seguirán aprovechando el efecto residual de fertilizaciones anteriores, realizadas con fertilizantes que no se autorizan en su uso directo.

La casi totalidad de nuestros suelos en su condición natural sin fertilización previa, mantienen un nivel de suministro de P a las pasturas del campo natural entre bajo y extremadamente bajo. Como consecuencia de esta baja disponibilidad de P, la vegetación natural está compuesta por especies en cierta forma adaptadas a ese ambiente pobre en P. Esto tiene cierto grado de variación, encontrándose las especies menos exigentes en fertilidad en los suelos arenosos pobres, o los solot del este y las relativamente mejores en algunos suelos de Fray Bentos o Yaguari, donde inclusive pueden encontrarse especies más exigentes en P como algunas leguminosas.

La pobreza en P del sistema puede ser visualizada a través de los kilogramos totales de P que son capaces de extraer las plantas del tapiz natural en un año de crecimiento. Multiplicando los kilogramos de materia seca producida, por el porcentaje de P de la misma, sabemos que para nuestros campos naturales la extracción total anual de P oscila en un rango de 2 a 5 kg por ha. Este mismo cálculo para las mejores praderas de Nueva Zelanda muestra extracciones anuales de 40 a 50 kilos.

Además de ser un ambiente pobre en P, el campo natural bajo producción ganadera, no es estrictamente un sistema en equilibrio en lo que al P se refiere. El

sistema se está empobreciendo lentamente en P, en parte por las pequeñas extracciones por los productos animales, pero fundamentalmente por las transferencias por deyecciones hacia zonas más frecuentadas por el ganado, como montes de abrigo y cercanías de aguadas y recipientes de sales.

Las formas y dinámica del P en los suelos se diferencian claramente de los otros dos macronutrientes. El N se encuentra en su casi totalidad en formas orgánicas y su dinámica está fundamentalmente determinada por la actividad de diferentes microorganismos y por lo tanto por los factores que la afectan. En el caso del K sus formas son exclusivamente inorgánicas y sus equilibrios están determinados por los potenciales químicos en reacciones de cambios entre diferentes formas.

En el caso del P coexisten formas orgánicas e inorgánicas, aproximadamente del mismo grado de importancia cuantitativa. El equilibrio entre diferentes formas, que afectará la disponibilidad para las plantas, tendrá entonces dos grandes componentes. Existe un componente inorgánico, gobernado fundamentalmente por la tendencia del P a formar compuestos de muy baja solubilidad en el ambiente químico del suelo, en relación a la actividad y reactividad superficial de los cationes Fe, Al y Ca.

Existe por otro lado un componente orgánico, con entradas y salidas al mismo, gobernadas por el ingreso de restos vegetales y deyecciones animales y por la actividad microbiana de mineralización. La mineralización del P orgánico, con similitudes con la del N, está regida por la resistencia de los restos al ataque, por su contenido porcentual de P, y por las condiciones ambientales para los microorganismos.

Las plantas toman el P inorgánico disuelto en la solución del suelo. La concentración de P en la solución, dada la insolubilidad de las formas inorgánicas, es

extremadamente baja, pudiendo oscilar en suelos de pasturas entre 0,05 ppm para suelos sin fertilizaciones y 0,20 ppm para suelos con fertilizaciones medias. Estas concentraciones, llevadas a cantidades totales de P por ha, significan entre 50 y 200g, aún suponiendo un alto contenido de humedad en los suelos. En la medida en que las raíces de las plantas toman el P de la solución, éste es repuesto por disolución de la fracción más reactiva del P inorgánico, llamada P "hábil". La capacidad de un suelo de aportar P estará fuertemente determinada por la cantidad contenida en esa fracción lábil inorgánica. Ese P lábil es el que se intenta estimar a través de los análisis de P "asimilable" tales como el Bray No 1.

Cuando se fertiliza un suelo con P, en realidad lo que se hace es enriquecer la fracción lábil, pues allí se ubicará el fertilizante luego de las reacciones iniciales con el suelo. La fracción lábil enriquecida por la fertilización aumentará la capacidad de suministro de P a la solución del suelo.

Lamentablemente, el fertilizante no permanece eternamente en la fracción lábil, sino que el suelo lo irá llevando lentamente hacia fracciones no lábiles, "fijadas" sin capacidad de aportar P a la solución. Estas formas "fijadas" al continuar las reacciones con el Fe, Al y Ca constituyen la enorme mayoría del P inorgánico del suelo.

De la existencia de esta capacidad de fijación de P de los suelos (capacidad de transformarlo en formas no disponibles para las plantas) se desprenden dos conclusiones. Una es que la necesidad de agregar P para lograr mantener buenos niveles de producción deberá ser permanente. Otra conclusión es que no se debe agregar en cada fertilización más P de lo necesario, porque de ese exceso la mayoría se perderá por fijación, siendo su residualidad menor que el efecto de una nueva aplicación "fresca"

En el caso del ciclo orgánico, si el sistema está en equilibrio, el mismo no tendrá grandes efectos en la disponibilidad

para las plantas. Si el suelo está pasando por un período de pérdida de materia orgánica, la mineralización ingresará más P a las formas inorgánicas, inicialmente a fracción lábil. En las etapas en que un suelo está acumulando materia orgánica, existirá un "costo" adicional de P del fertilizante, que quedará atrapado en los compuestos orgánicos, y no disponible para las plantas hasta su posible futura mineralización

PROPUESTAS PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN CARNE EN LA GANADERIA EXTENSIVA MEJORANDO LAS PASTURAS

El tema se tratará para sistemas de producción exclusivamente ganaderos y no para establecimientos que rotan pasturas y cultivos en el mismo predio. En los predios con rotaciones de pasturas y cultivos no parece viable encarar la producción de acuerdo a las normas ecológicas, ya que en la etapa de cultivos los rendimientos descenderían significativamente produciendo con normas ecológicas. En la etapa de pasturas, para la mayoría de los suelos utilizados para estos sistemas, los fertilizantes recomendados no están autorizados para productos ecológicos.

Para mejorar la producción animal es necesario mejorar la oferta de forraje en cantidad, calidad y distribución. Una primera recomendación para aumentar la producción en predios ganaderos, es levantar las restricciones de alimentación del ganado mejorando la producción de forraje con incorporación de leguminosas al tapiz. Las leguminosas fijarán nitrógeno del aire por sus nódulos y mejorarán la calidad del forraje, básicamente por su digestibilidad, contenido de proteína y minerales.

En el largo plazo la mejora lograda no sólo se obtendrá por un efecto directo del componente leguminosa del tapiz, sino también por el enriquecimiento de la fertilidad del suelo, que mejorará la calidad y rendimiento del componente gramínea. En

el campo mejorado se observarán entonces mejoras en los índices de producción de carne más que proporcionales a la producción de materia seca, como consecuencia de la calidad del forraje. Esta es una propuesta claramente conservacionista, desde el punto de vista de las pocas alteraciones que provoca en el sistema.

Para que este esquema funcione, es necesario practicar una política de fertilizaciones fosfatadas frecuentes, que mantenga niveles de suministro suficiente de este nutriente para la supervivencia y productividad de las leguminosas (el componente más exigente del tapiz en este sentido). Se deben reponer todas las salidas del sistema en productos, o dentro del mismo, desde formas asimilables hacia formas fijadas en la fracción mineral u orgánica.

Los niveles de suministro de P de los suelos que se deben obtener por efecto de las fertilizaciones son distintos según la leguminosa de que se trate, pudiéndose manejar como una primera aproximación un orden creciente de necesidad de P para lograr buen comportamiento de las siguientes especies:

- Lotus subiflorus(Rincón)
- Lotus corniculatus
- Trébol blanco

Un factor a tener en cuenta en la política de fertilización fosfatada es la capacidad de fijación del suelo. Gran parte del fertilizante aplicado no es utilizado por las plantas, sino que el suelo lo lleva hacia compuestos inorgánicos de Fe, Al o Ca, con tan bajo grado de solubilidad/reactividad que deja de tener significación desde el punto de vista de aporte de P a las plantas. En ese sentido, en nuestro país es más fácil mantener con fertilización un buen suministro de P en un suelo arrocero, tipo Solot del este, que en un suelo de Sierra de la zona cristalina.

La propuesta de mejoramiento del tapiz natural con fertilización fosfatada e incorporación de leguminosas ha dado para la mayoría de los suelos un muy buen

comportamiento. Por ejemplo en una red de ensayos realizados por la Facultad de Agronomía en todo el país, con aplicaciones moderadas de P como 30 kg de P₂O₅ por ha y por año, en mejoramientos con Lotus corniculatus se lograron normalmente rendimientos de materia seca de entre 5 y 8 ton/año. La cantidad de P reciclada anualmente aumentó entre 7 y 12 kilogramos. En términos conservadores podría pensarse que un mejoramiento de tapiz exitoso debería producir no menos de 200 kg. de carne por ha año, lo cual lo hace una alternativa muy atractiva.

Debe hacerse notar que en algunos suelos los mejoramientos no tienen buen comportamiento. Este es el caso de los suelos de texturas arenosas de muy baja fertilidad; en ellos es muy difícil la persistencia de las leguminosas en el tapiz, a causa de la combinación de sus características de retención de agua, del sistema radicular de las leguminosas y del tapiz de verano de alta agresividad de estos suelos. Tampoco se obtienen buenos resultados en los suelos superficiales, como por ejemplo en basalto, donde la limitante de agua en gran parte del año no permite que se obtengan claros incrementos de producción.

POSIBILIDADES DE APLICAR LAS PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE PRODUCCION GANADERA PARA LA OBTENCION DE PRODUCTOS ECOLOGICOS

Como se dijo, desde el punto de vista de la fertilidad las principales limitantes que es necesario levantar para poder aumentar la producción y calidad de forraje, son el aporte de N y P por parte de los suelos.

En el caso del N, la propuesta de incorporarlo a través de la fijación de los rizobium de las leguminosa no plantea objeciones desde el punto de vista de las normas ecológicas. Si existieran limitantes de acidez o aporte de azufre, sería

posible corregirlas respetando las normas ecológicas. Queda el problema de como corregir la limitante de P. Este es un punto central pues como se dijo, esta es una limitante general de la producción, y será necesario agregar fósforo en forma permanente para mantener buenos niveles productivos.

En caso de optar por no agregar P y leguminosas, y mantenerse en un esquema tradicional de depender exclusivamente del campo natural, la producción sería, desde este punto de vista, "ecológica". No obstante, se mantendría con la rentabilidad propia de nuestra ganadería tradicional, eventualmente mejorada por los sobreprecios que obtengan estos productos.

Existen algunas medidas de manejo de las pasturas naturales, sin agregado de fertilizantes y leguminosas, que pueden lograr pequeños aumentos de los niveles productivos; pero siempre la producción estará básicamente limitada por los 2 a 5 kg de P orgánico reciclados anualmente, dados los bajísimos niveles del P lábil inorgánico.

El problema que se plantea para el manejo de la fertilización fosfatada de pasturas en sistemas "ecológicos" son las restricciones de los tipos de fertilizantes autorizados para estas producciones. Las únicas fuentes de fósforo inorgánico que se pueden utilizar, son las que no han sido sometidas a un proceso químico que le introduzca al producto la característica de ser solubles en agua. Esto significa que sólo se puede utilizar fosforitas naturales (preferentemente "blandas"), insolubles en agua y parcialmente solubles en ácidos débiles.

Esta reglamentación no tiene ninguna relación con lo que pueden ser problemas ambientales o de calidad de alimentos, que pudieran aparecer por un uso descontrolado de los fertilizantes fosfatados. Uno de los problemas que pueden aparecer, derivado del un uso permanente y en grandes dosis de algunos fertilizantes fosfatados, es la aparición de niveles significativos de cad-

mio en pasturas y productos animales.

La aparición de este problema está determinado por el contenido de cadmio del fertilizante, y por las dosis y frecuencias de aplicación, así como por las características del suelo como "filtro" de dicho elemento. No existe relación entre el contenido de cadmio y el hecho de que el fertilizante usado sea una fosforita o un fertilizante soluble en agua. Llama la atención que la presencia de cadmio, que es el único problema potencial de calidad de alimentos relacionado al uso de los fertilizantes fosfatados, no aparezca citado en las normas ecológicas.

En términos de medio ambiente, el problema que puede aparecer por un mal manejo de la disponibilidad de P en los suelos y su deriva hacia lagos, es la eutroficación de las aguas. La eutroficación es un crecimiento explosivo de la biomasa vegetal en las aguas, derivada de un aumento en su disponibilidad de nutrientes, principalmente P. Para que suceda este fenómeno es necesario que se enriquezca el lago con P proveniente de los suelos de la cuenca o de aguas urbanas o industriales. Este proceso está también afectado por algunos aspectos de la dinámica del P en las aguas. Dada la insolubilidad del P de los suelos y la de los productos de reacción con los fertilizantes, el P llega desde el suelo hasta las aguas por erosión en forma de partículas. Dentro del lago la disponibilidad del P de las partículas puede aumentar, originando procesos de eutroficación.

Tampoco en este caso existe relación entre las normas ecológicas y la posibilidad de procesos de eutroficación en las aguas. El proceso se puede dar por partículas ricas en P, no importando su origen. En otros países, los estudios de eutroficación se concentran en gran medida en contaminación de aguas por P de origen orgánico.

Dado que el único fertilizante fosfatado autorizado es la fosforita, la pregunta a realizarse es si se pueden lograr bue-

nas coberturas con leguminosas fertilizando con fosforitas con una relación costo beneficio similar, o eventualmente mejor, a la lograda con fuentes de fosfatos solubles en agua.

Para encarar este tema deben realizarse algunas aclaraciones. Una es que se supone que se trabajará con los tipos de fosforitas recomendadas para su uso directo. Esto significa que será una fosforita de tipo reactivo, lo cual podría ser caracterizado, de acuerdo a normas de otros países, de aquellas por las cuales por lo menos un tercio de su contenido total de P, es soluble al ácido cítrico.

La otra aclaración es que la rentabilidad de la mejora de pasturas dependerá además obviamente, de la respuesta física de los costos, y de los precios de los productos. La decisión de utilizar fosforitas, además de la eficiencia relativa con respecto a fuentes solubles, deberá tener en cuenta la relación de precios de las fuentes solubles e insolubles por unidad de P aportada, y el eventual sobreprecio que se obtenga por los productos "ecológicos".

También deberá tenerse en cuenta que el padrón de liberación de P y efectos residuales, además de cambiar de acuerdo a las características del suelo, cambia con la fuente de P utilizada, teniendo un padrón de disponibilidad más lento y más residualidad, las fuentes insolubles.

Cuando se utilizan fosforitas, se supone que el mismo proceso que se realiza en la fábrica de fertilizantes, esto es, la acidificación de los fosfatos para su solubilización, se realizará con la acidez del suelo. Esto marca una limitante principal de las fosforitas, que es que deben ser usadas en suelos de medianamente a fuertemente ácidos para lograr el proceso que las haga asimilables por las plantas.

De acuerdo a la información nacional se podrían definir tres tipos de situaciones en cuanto a la posibilidad de utilizar fosforitas para la producción de carne

"ecológica". Existe un primer grupo de suelos en los cuales las fosforitas reactivas muestran igual e inclusive mayor eficiencia de uso que las fuentes solubles. Un caso típico de estos suelos son Brunosoles, Argisoles y Luvisoles de pH generalmente menores a 5.7, desarrollados en zonas de sierras cristalinas o sobre materiales cuaternarios de poca potencia y fuertemente influidos por el Cristalino. Estos suelos aparecen en unidades como Sierra Polanco y San Gabriel Guaycurú del Mapa de Suelos del Uruguay. En estos suelos está recomendado el uso de fosforitas independientemente de la producción "ecológica".

En otros suelos la eficiencia de las fosforitas (evaluada en períodos de tres años) es algo menor a la de las fuentes solubles. Su uso estaría condicionado a una buena relación de precios de esta fuente respecto a las solubles, o por un significativo sobreprecio en los productos "ecológicos". Este grupo incluye suelos como los moderadamente profundos de la zona basáltica y suelos de Yaguarí con pH en el entorno de 5.8.

A pesar de que en algunos casos puedan mostrar buena eficiencia de las fosforitas, no se incluyen aquí a los suelos claramente arenosos, o los superficiales de basalto, pues la respuesta y rentabilidad de los mejoramientos está fuertemente limitada por otros factores de producción difícilmente corregibles.

Finalmente existe un tercer grupo de suelos en los cuales las fosforitas no son recomendables por mostrar muy baja eficiencia. Estos son suelos con pH débilmente ácidos a alcalinos o con alta actividad de Ca. En este grupo de suelos están la mayoría de los suelos sobre Fray Bentos y Libertad, y Vertisoles de otras unidades. Una limitante adicional de muchos de estos suelos, es que se están usando en rotación con cultivos donde se deben usar fuentes solubles de P y fertilización nitrogenada.

De acuerdo a lo expuesto, desde el punto

de vista del manejo de la fertilización es posible en algunas zonas del país respetar las normas ecológicas, y obtener buenos niveles de producción. Algunas zonas como los suelos ácidos sobre cristalino en que las

recomendaciones actuales ya incorporan el uso de fosforitas, serían las que muestran ventajas comparativas en caso de concretarse la existencia de una demanda significativa de carne "ecológica".